

工业微生物学 基础及其应用

徐 浩 等 编著



科学出版社

58.696
496
C2

工业微生物学基础及其应用

徐 浩 等 编著

316613 / 17



内 容 简 介

本书几乎涉及了微生物在工业中全部基础理论及应用方面的知识。全书共分43章,前10章对菌种、生长、生化、遗传及发酵设备等方面知识作了简要的叙述,后33章对工业微生物的各项应用分别进行了叙述。本书不但叙述了一些成熟的及传统的微生物工艺,同时对目前虽未应用,但在实验室中探索的项目也做了介绍。还附有大量图表(总计300个以上),书末附有索引。

本书适合于工厂技术人员,科研人员,教师及理、工、农、医科大学有关专业的学生或研究生使用及参考。

工业微生物学基础及其应用

徐 浩 等 编著

责任编辑 范淑琴 王惠君

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号
邮政编码 101327

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16
1991年11月第一次印刷 印张:37 1/4
印数:0001—3 600 字数:854 000

ISBN 7-03-002300-5/Q·309

定价: 27.70 元

序 言

近 10 年来,我国乡镇企业发展迅速,在这些企业中,有很大一部分是从事各种各样农副产品加工的,实质上也是从事微生物工业或工业微生物性质的开发。

工业微生物学是生物工程(或叫生物工艺)中的重要组成部分,它是一门以应用性理论为基础的学科。工业微生物学的工业实践就是建立微生物工业。这类工业的特点是投资小、见效快、设备转用性强。如果在中小城市建厂,又有充分的农业产品来源,这类企业还常常可以起到化废为宝、消除公害的作用。所以现在有越来越多的人重视微生物工业的兴建和发展。

工业微生物的应用范围很广,涉及的学科很多,如微生物学、生物化学、制备化学和发酵工艺等。因此编写这本书要做到材料取舍合理,描述深浅得当,实属不易。如果内容太繁,则会冲淡重点;如果选材太专,又会对多数人失去参考价值。为此,本书只能平衡地择要叙述,过分专门的知识,请参考各章后列出的有关专著。

在 1975 年我曾译出 Rehm 氏的《工业微生物学》一书,虽然该书至今仍有使用价值,但随着时间的推移,不少章节的内容已嫌陈旧,而且该书脱销已久。这次编写的目的之一,是希望有助于读者了解有关方面的最新信息和发展状况。

我们希望这本书能作为教学参考书,同时也可作为工厂的实际工作者和科研人员使用的常备书籍。我们的目标也许太分散了,同时工业微生物学涉及的知识面又很宽,我们的个人经验和能力很难全面概括,绌短汲深,诚心希望读者及同行们指正。

本书出版之际恰值出版专业书籍困难之时,各项经费都在压缩,幸承蒙北京燕京啤酒厂和承德啤酒厂给予我们经济上的支援,本书始能问世,作者感慨之余对此深表谢意。本书的编写,承王慧美、鄂超苏、周坚等同事多方协助,并致谢忱。

徐 浩

于北京中关村 1990.2.

目 录

序言

第一章 工业微生物学的发展简史和重要的工业微生物	1
一、工业微生物发展简史	1
二、在工业上有重要作用的微生物和高等植物细胞	3
(一) 病毒	3
(二) 细菌	4
(三) 真菌	8
(四) 光合作用微生物	14
(五) 细胞、组织及细胞器(或细胞的分离物)	14
(六) 原生动物	15
第二章 微生物的发育条件	18
一、微生物生长的必需物质	18
二、微生物生长的其他条件	19
三、工业微生物培养的基质	21
(一) 工业上主要作为碳源的基质	21
(二) 工业上主要作为氮源的基质	24
(三) 来自废水的废物	25
第三章 微生物的初级代谢	27
一、分解己糖的果糖二磷酸途径	27
二、分解己糖的戊糖-磷酸途径	29
三、分解己糖的 Entner-Doudoroff 途径	29
四、微生物己糖分解途径的分布	30
五、烃类化合物(碳氢化合物)的氧化	31
六、三羧酸循环(TCC)	32
七、其他基本代谢途径	33
第四章 微生物生物合成工业上重要的次级代谢产物(外围代谢产物)	34
一、聚乙酰	34
二、脂肪酸和脂肪	36
三、聚乙炔	36
四、类异戊二烯	37
五、次级代谢产物合成的其他途径	38
第五章 微生物遗传在工业微生物学中的地位	39
一、总论	39
二、突变	39
三、诱导突变	40

四、突变体的富集	41
五、特征传递和遗传重组	42
六、代谢的调控	44
七、基因工程	47
八、在工业微生物学中基因工程的应用领域	49
第六章 微生物及其细胞的富集、分离和保藏	52
一、微生物及细胞的富集和分离	52
二、特殊的测定方法	53
三、生产菌株的保藏	54
四、菌种保藏机构	55
五、微生物的专利保护	55
第七章 微生物生长的动力学	57
一、非连续培养	57
二、微生物连续培养基础	60
三、产物形成的规律性	61
第八章 发酵概说	65
一、总论	65
二、生物工程过程概论	65
三、发酵基质和底物的制备	65
四、灭菌	65
(一) 加热灭菌	66
(二) 冷灭菌技术	69
(三) 化学方法灭菌	69
(四) 辐射灭菌	70
(五) 过滤灭菌	70
五、接种溶液的制备	72
六、发酵	73
(一) 生物反应器	73
(二) 无菌条件的维持	73
(三) 发酵溶液的通气和运动	73
七、生物量与培养液的分离	86
八、产物分离	86
九、干燥	87
十、关于残余物质的处理	87
十一、放大	88
第九章 生物反应器	92
一、总论	92
二、表面发酵生物反应器	93
三、深层发酵生物反应器	96

第十章 连续发酵	105
一、半连续发酵	105
二、连续发酵	105
(一) 单级连续培养系统	105
(二) 多级连续培养系统	106
(三) 其他类型的连续发酵系统	107
(四) 连续发酵系统分类	107
(五) 在连续培养系统中微生物的生长问题	108
(六) 连续培养技术在工业上的应用	108
第十一章 微生物的生物量	110
一、面包酵母的制备	110
(一) 概述	110
(二) 微生物	110
(三) 生物化学和调节	110
(四) 面包酵母制备的工艺	112
(五) 面包酵母制造中的污染菌	117
(六) 干酵母	117
(七) 应用	118
二、用于工业、生化和医学方面的微生物的培养	118
(一) 在食品工业中作为起发物的微生物	118
(二) 作为饲料添加剂的微生物	118
(三) 作为治疗用的微生物	119
(四) 应用于植物保护的微生物	120
(五) 应用于生物化学中的微生物	121
(六) 增强土壤肥力的微生物	121
第十二章 为制造蛋白质而培养的生物量	124
一、总论	124
二、由糖、多糖水解液及有机酸制备生物量	125
(一) 导言	125
(二) 微生物	125
(三) 生物化学和调控	126
(四) 由糖或多糖水解物制备食品及饲料酵母	126
(五) 用霉菌菌丝制取蛋白质	130
三、用纤维素制造生物量	132
(一) 导言	132
(二) 微生物	132
(三) 生物化学和调节	133
(四) 利用微生物分解纤维素的技术	134
四、由气态烷烃和它们的醇类制造生物量	137
(一) 导言	137
(二) 微生物	139

(三) 生物化学与调节	140
(四) 制备技术	143
五、由长链烃类生产生物量	146
(一) 导言	146
(二) 微生物	146
(三) 生物化学和调节	147
(四) 制备技术	147
六、用爆鸣气制造生物量	149
(一) 微生物、生物化学和调节	149
(二) 制造 SCP 的工艺	150
七、废水中的生物量	151
八、生物量的应用	152
第十三章 具有子实体的大型真菌的培养	162
一、总论	162
二、调节	162
三、在固体基质上栽培蘑菇	163
四、在含土的基质上培养其他真菌	167
五、在木材上培养真菌	168
六、菌根真菌的培养	170
七、高等真菌在深层培养中子实体的形成	170
第十四章 由光合作用微生物获得生物量	174
一、总论	174
二、微生物	174
三、生物化学和调节	175
四、培养光合微生物的方法	175
五、利用藻类取得能量的工艺	181
六、大量培养光合微生物的意义和应用	181
第十五章 醋酸	185
一、总论	185
二、微生物	185
三、生物化学和调节	186
四、制造醋酸的工艺	187
(一) 表面法	187
(二) 深层法	188
五、醋的加工	190
六、醋的种类	190
七、危害物	190
八、用途	190
第十六章 乳酸	192
一、总论	192

二、微生物	192
三、生物化学和调节	192
四、制备工艺	193
(一) 发酵原料	193
(二) 微生物的培养	194
(三) 发酵过程	195
五、用霉菌制造乳酸	197
六、用途	197
第十七章 柠檬酸	199
一、总论	199
二、微生物	199
三、化学	199
四、生物化学和调节	200
五、制备技术	201
(一) 含糖基质	201
(二) 用含糖基质进行深层培养的技术	203
(三) 由烷烃类生产柠檬酸	204
六、发酵溶液的后处理加工	205
七、用途	205
八、异柠檬酸和别异柠檬酸	205
第十八章 其他有机酸	207
一、丙酸	207
二、丙酮酸	207
三、草酸	208
四、富马酸(延胡索酸、反丁烯二酸)	208
五、苹果酸	208
六、 α -酮戊二酸	208
七、甲叉丁二酸	209
八、乌头酸	210
九、酒石酸	211
十、葡萄糖酸及其衍生物	211
十一、由霉菌形成的其他糖醛酸	213
十二、曲酸	214
十三、五倍子酸(鞣酸)	214
十四、黑粉酸	215
十五、尿刊酸	215
十六、其他有机酸	216
第十九章 乙醇和杂醇油	218
一、微生物	218

二、生物化学和调节	218
三、用发酵方法的制造工艺	219
(一) 由含糖基质制造乙醇	219
(二) 由含淀粉的物质制造乙醇	220
(三) 由亚硫酸废液和木材水解液制造乙醇	223
(四) 乙醇的连续发酵制备	226
四、精制和杂醇油	226
五、特殊的蒸酒类	227
六、用途	228
七、用酵母从氨基酸形成高级醇	228
第二十章 由梭菌产生的丙酮-丁醇和其他初级代谢产物	230
一、总论	230
二、微生物	230
三、生物化学和调节	232
四、制备技术	234
(一) 由玉米发酵成丙酮-丁醇	234
(二) 用糖蜜发酵生产丙酮及丁醇	237
(三) 丙酮-丁醇的连续发酵	238
五、发酵的检验	238
六、发酵副产物	238
七、丙酮及丁醇的用途	239
八、丁醇-异丙醇发酵	239
九、由丙酮制造异丙醇	239
十、丙酮-乙醇发酵	240
十一、丁酸发酵	240
第二十一章 多元醇	243
一、甘油	243
(一) 概述及微生物	243
(二) 生物化学和调节	243
(三) 甘油制造工艺	244
(四) 提取加工	246
(五) 用途	247
二、2,3-丁二醇	247
(一) 概述	247
(二) 微生物	247
(三) 生物化学和调节	248
(四) 制备工艺	250
(五) 2,3-丁二醇的提取	251
(六) 用途	252
三、其他多元醇	252

第二十二章 氨基酸	255
一、总论	255
二、微生物	255
三、发酵制备的生物学、调节和工艺	256
(一) 概述	256
(二) 谷氨酸	256
(三) 赖氨酸	258
(四) L-天冬氨酸	259
(五) L-高丝氨酸	259
(六) L-苏氨酸	260
(七) L-蛋氨酸	260
(八) L-异亮氨酸、L-缬氨酸和 L-亮氨酸	261
(九) L-丙氨酸和 L-丝氨酸	262
(十) L-苯丙氨酸、L-酪氨酸、L-色氨酸和 L-DOPA (L-二羟基苯丙氨酸)	262
(十一) L-鸟氨酸、L-精氨酸和 L-瓜氨酸	264
(十二) 其他氨基酸	266
四、用游离或固定化的细胞或酶的中间产物制备氨基酸	267
五、用途	268
第二十三章 核酸、核苷酸、核苷、核苷碱基和其他类似的物质	271
一、总论和化学	271
二、微生物中 DNA 和 RNA 的形成	272
三、用青霉和链霉菌的核酸酶水解核酸	272
四、用直接发酵的方法制造与核苷酸有关的物质	274
(一) 5'-肌苷酸的形成	274
(二) 5'-GMP 的形成	274
(三) 其他物质的形成	277
五、由前体制造那些和核酸有关的物质	278
第二十四章 酶	281
一、总论	281
二、生物学、生物化学和调控	281
三、酶的制造工艺	285
四、微生物制备的重要酶类	286
五、酶的应用	288
第二十五章 固定化细胞和固定化酶	292
一、固定化细胞	292
(一) 概述	292
(二) 使用固定化细胞的工艺	292
二、固定化酶	295
(一) 概述	295
(二) 酶反应器	296
(三) 固定化酶的一些工艺	296

第二十六章 多糖和糖类	302
一、总论	302
二、微生物	302
三、化学和生物合成	302
四、制造技术	306
(一) 葡聚糖的制造	306
(二) 其他多糖的制造	309
(三) 多糖的获得	309
五、多糖的应用	310
第二十七章 脂类	313
一、总论	313
二、生物化学和调控	313
三、微生物法制造脂类的技术	313
(一) 从细菌中获得脂类	313
(二) 从酵母中获得脂类	314
(三) 由丝状真菌中产生脂类	316
(四) 从藻类中得到脂类	317
四、工业生产的应用和其他可能性	318
第二十八章 抗生素	320
一、总论	320
二、 β 内酰胺类抗生素(特别是青霉素和头孢霉素)	321
(一) 概述	321
(二) 微生物	321
(三) 化学	322
(四) 生物合成、调节及其他生物学性质	326
(五) 制备工艺	331
(六) 用途	334
三、肽类及缩肽类抗生素	338
(一) 概述、微生物及抗微生物效应	338
(二) 化学	338
(三) 生物合成及调节	341
(四) 制备工艺	341
(五) 应用	344
四、氨基糖苷类抗生素	345
(一) 概述及生物学性质	345
(二) 化学	345
(三) 生物合成及调节	345
(四) 制备技术	349
(五) 应用	350
五、大环内酯抗生素	350
(一) 概述、化学及抗微生物效应	350

(二) 生物合成与调节	352
(三) 制备工艺	354
(四) 应用	355
六、多烯烃大环内酯抗生素	355
(一) 概述、抗微生物作用及化学	355
(二) 生物合成及调节	356
(三) 制备工艺	359
(四) 其他多烯烃抗生素	360
(五) 应用	360
七、四环素	360
(一) 概述、生物学及化学	360
(二) 生物合成及调节	361
(三) 制备工艺	363
(四) 应用	364
八、芳香族抗生素	365
氯霉素	365
(一) 概述、生物学及化学	365
(二) 生物合成及调节	366
(三) 制备工艺	367
(四) 用途	368
灰黄霉素	368
(一) 概述、微生物及生物学	368
(二) 化学	369
(三) 生物合成及调节	369
(四) 制备工艺	369
新生霉素	371
(一) 概述、生物学及化学	371
(二) 生物合成及调节作用	371
(三) 制备工艺	373
(四) 用途	373
九、其他重要抗生素	373
十、非医学上使用的重要抗生素	377
(一) 饲料添加剂的抗生素	377
(二) 作为植物保护剂的抗生素	377
(三) 用于鱼类上的抗生素	379
(四) 食物保藏中的抗生素	379
第二十九章 维生素及辅酶	386
一、 β 胡萝卜素、叶黄素及其他类胡萝卜素	386
(一) 概述	386
(二) 微生物	386
(三) 化学、生物合成及调节	387

(四) 制备工艺	387
二、维生素 B ₂ (核黄素)	388
(一) 概述	388
(二) 微生物	389
(三) 化学、生物合成及调节	389
(四) 制备工艺	390
(五) 应用	391
三、生物素	391
(一) 概述及微生物	391
(二) 化学、生物合成及调节	391
(三) 制备工艺	391
四、类钴胺类(维生素 B ₁₂ 群)	393
(一) 概述	393
(二) 微生物	393
(三) 化学	393
(四) 生物合成与调节	394
(五) 制备工艺	396
(六) 富集性的钴酰胺制备物的制造	398
(七) 应用及经济上的重要性	398
五、L-抗坏血酸(维生素 C)	398
六、麦角甾醇(原维生素 D ₂)	400
七、其他维生素及辅酶	401
第三十章 赤霉素和其他生长刺激物质, 色素物质和香味物质	404
一、赤霉素	404
(一) 概述、微生物和化学	404
(二) 生物合成和调控	405
(三) 制备工艺	406
(四) 应用	407
二、其他生长素	407
三、色素	407
四、微生物产生的香味物质	408
第三十一章 麦角碱和其他具有药理活性的物质	410
一、麦角碱	410
(一) 概述和微生物	410
(二) 化学、生物合成和调控	413
(三) 制备工艺	416
(四) 应用	417
二、西罗塞宾、西罗新和其他治疗心理病的药物	418
三、用微生物生产的其他药理活性物质	419
(一) L-麻黄素	419
(二) 红赤酮及其衍生物	419

(三) 其他具有药理活性的物质	420
(四) 某些代谢过程的抑制剂	421
第三十二章 微生物的转化作用	424
一、总论	424
二、微生物氧化作用	424
三、微生物的还原作用	427
四、侧链的分解	429
五、制备技术	430
六、能用微生物制备的重要甾醇	431
七、非甾醇类化合物的微生物转化	432
第三十三章 啤酒及类似啤酒的饮料	435
一、啤酒	435
(一) 概述	435
(二) 微生物	435
(三) 啤酒发酵过程中的重要生物化学过程	436
(四) 制备工艺	437
(五) 啤酒的种类	449
(六) 啤酒的败坏	450
二、日本清酒	451
三、其他类似啤酒的饮料	452
第三十四章 葡萄酒及起泡葡萄酒	455
一、葡萄酒	455
(一) 概述	455
(二) 微生物	455
(三) 葡萄酒制造中的生物化学	456
(四) 葡萄酒制造工艺	457
(五) 葡萄酒的败坏	461
(六) 葡萄酒的种类及葡萄酒类饮料	461
二、起泡葡萄酒	462
(一) 概述	462
(二) 瓶装发酵	463
(三) 转移发酵工艺	464
(四) 罐内发酵工艺	464
第三十五章 借助于微生物生产乳类制品	467
一、黄油制造中的乳脂酸化	467
二、酸奶制品	467
三、干酪的制造	470
第三十六章 用微生物制备的食品	474
一、面包制造中的微生物	474
二、用乳酸菌制备酸性制品	474

三、借助于乳酸细菌的饲料青贮	476
四、在亚洲流行的用微生物制造的食品	477
五、可可和咖啡制造中的微生物	483
六、烟草发酵中的微生物	484
七、在香肠制造中的微生物	484
八、干蛋粉制造中的微生物	484
第三十七章 植物和动物的细胞及组织培养	487
一、培养分离的植物细胞和组织	487
(一) 概述	487
(二) 植物细胞的分离	487
(三) 植物细胞的增殖	488
(四) 单倍体培养及原生质体融合	489
(五) 植物细胞和组织培养的应用	490
二、分离的动物细胞和组织的培养	491
(一) 概述	491
(二) 细胞和组织的培养技术	491
(三) 利用动物细胞和组织培养可得到的产物	494
第三十八章 用微生物取得金属和石油	500
一、金属的浸沥	500
(一) 概述	500
(二) 微生物和生物化学	500
(三) 浸沥技术	504
二、用微生物富集元素	507
三、微生物与矿层的形成关系(特别是硫酸盐还原型微生物)	508
四、微生物法开发石油矿	509
第三十九章 其他利用微生物的工艺	511
一、用微生物制取放射标记的物质	511
(一) 概述	511
(二) 制取方法	511
二、用微生物法进行分析工作	511
三、气溶胶中的微生物(大气生物学)	511
(一) 在天然气溶胶中的微生物	512
(二) 在人工气溶胶中的微生物	512
(三) 对抗气溶胶中的微生物	513
四、微生物-生物化学能源电池	513
五、借助微生物产生氢	514
六、用微生物获取能量	515
七、微生物固氮	516
八、太空飞行中的生物工程问题	517
九、皮革制造中的微生物	518

十、沤麻中的微生物	519
十一、其他工业上有意义的微生物过程	520
第四十章 生物废水处理和甲烷的形成	523
一、总论	523
二、废水处理的一般技术	523
(一) 废水来源和组成	523
(二) 废水处理过程	524
三、生物氧化工艺用于废水处理	526
四、硝化作用和反硝化作用	532
五、应用厌氧生物工艺进行废水处理	533
(一) 发酵过程和参加的微生物	533
(二) 用于发酵产生甲烷的反应器	535
六、其他的甲烷发酵	537
七、废水处理的新发展	539
第四十一章 农业性垃圾的应用	545
一、总论	545
二、工艺	546
(一) 自动氧化工艺	546
(二) 自动氧化后的溶液的利用	547
(三) 用产生菌丝的微生物处理动物性垃圾	547
(四) 在未预处理的动物废物中培养酵母、藻类和光合细菌	548
(五) 动物废水的厌氧处理	548
(六) 用微生物除臭的工艺	548
第四十二章 垃圾和污泥的堆肥处理	550
一、总论	550
二、微生物	550
三、工艺	551
(一) 堆积堆肥	551
(二) 压缩过的垃圾的堆肥	551
(三) 在发酵室中静止堆肥	552
(四) 动力堆肥容器系统	552
(五) 用液体肥料制堆肥	553
四、应用	553
第四十三章 用微生物分解和破坏特殊物质	555
一、总论	555
二、木材、木材产品和纤维素产物的分解	555
三、纺织业中纤维的破坏	557
四、橡胶和塑料的分解	559
五、脂肪和油的分解	560
六、染料和油漆的破坏	561